

UDK: 629.3.038

ALTERNATIVNI POGON NA VANPUTNIM VOZILIMA

Mičo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović,
Kosta Gligorević, Ivan Zlatanović

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Primena alternativnih pogona na vanputnim vozilima, danas u Svetu, predstavlja veoma aktuelnu temu. Globalno poskupljenje fosilnih goriva i aktuelna Svetska ekonomska kriza još više doprinose važnosti primene alternativnih pogona. Usled široke oblasti primene vanputnih vozila, od poljoprivrede do rudarstva, iznalaženjem prihvatljivog i jeftinog rešenja alternativnog pogona znatno bi se smanjile potrebe za upotrebom fosilnih goriva. U ovom radu su predstavljena aktuelna rešenja alternativnih pogona i to: - *Električnih* i - *Hibridnih*, kao i neka konkretna rešenja i primeri njihove praktične primene na poljoprivrednim i radnim mašinama i vojnim vozilima. Treba reći da su alternativni pogoni sve više zastupljeni i u oblasti drumskih motornih vozila, što pokazuje zainteresovanost proizvođača i sve češće pojavljivanje na tržištu serijskih modela sa alternativnim pogonom.

Ključne reči: vozila, alternativni pogon, hibridni pogon, elektro pogon.

UVOD

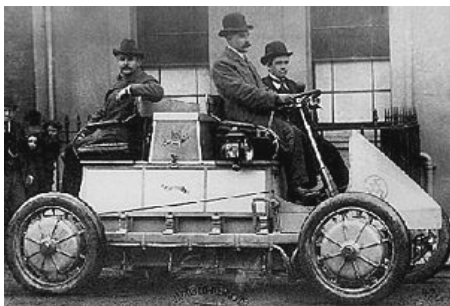
Upotreba električnog pogona, kao alternativnog rešenja za kretanje vozila, započela je još 1898 godine. Prva uspešnu konstrukciju [1] ovakvog vozila predstavio je proizvođač LOHNER-PORSCHE, koji je konstruisao inženjer Ferdinand Porche, 1900 godine. Ovaj automobil, je imao pogon sa dva elektromotora koji su bili postavljeni na prednjoj upravljačkoj osovini vozila (Sl. 1). Elektromotori su dobijali električnu energiju iz olovnih baterija koje su se nalazile na šasiji vozila ispod sedišta.



Sl. 1. Prva uspešna konstrukcija vozila LOHNER-PORSCHE sa elektro pogonom [1]

U septembru iste godine predstavljen je i prvi automobil proizvođača LOHNER-PORSCHÉ, sa elektro pogonom na sva četiri točka (svaki točak je pogonjen zasebnim elektromotorom). Ovaj automobil je bio u i prodaji, a kasnije je korišćen i u sportske svrhe. Godine 1902, Lohner je svoj automobil opremio motorom sa unutrašnjim sagorevanjem i generatorom koji će dopunjavati baterije. Na ovaj način je kompanija LOHNER-PORSCHÉ proizvela prvi serijski automobil koji je koristio hibridni pogon [1], i koji je bio upotrebljen i u komercijalne svrhe (Sl. 2).

Za vreme prvog svetskog rata, Nemci su već eksperimentisali sa upotrebom električnog pogona u vojne svrhe. Tako je već 1916. godine na frontovima u Francuskoj, prema podacima [2], upotrebljeno gusenično vozilo (tenk) sa elektro pogonom gusenica (Sl. 3).



Sl. 2. Prvo vozilo sa elektro pogonom na sva četiri točka proizvođača Lohner-Porsche [17]



Sl. 3. Vojno vozilo sa elektro pogonom gusenica [1]

Hodni mehanizam tenka (Sl. 3), bio je zasnovan na platformi Američkog traktora guseničara proizvođača Holt&Co. Ovaj gusenični mehanizam je bio pokretan od strane dva elektromotora, po jedan za svaki pogonski lančanic. Električnu energiju za njihov pogon obezbeđivao je Penhardov benzinski motor koji je pokretao elektro generator proizvodnje General Electric.

Nakon ovih pionirskih koraka u razvoju vozila sa alternativnim pogonom pojavilo se još nekoliko proizvođača koji su predstavili svoje koncepte rešenja ovog problema. Ove konstrukcije su se najčešće odnosile na teretna vozila (Sl. 4) koja se često ili uvek koriste u vanputnim uslovima. Proizvođač Landsden kamiona (Sl. 4), ima dva modela, od kojih je prvi korišćen za transport radnika u rudnicima u američkoj državi Filadelfija, a drugi je koristio baterije koje je konstruisao Tomas Edison [18].



Sl. 4. Teretno vozilo na elektropogon [18]

Dugo godina, osnovni problem vozila sa elektropogonom bila je velika masa motora i prateće opreme. Zbog toga je njihova efikasnost bila znatno manja u odnosu na ostale pogonske sisteme. Bez obzira na ovaj nedostatak ipak se nekoliko modela ovakvih tipova vozila pojavilo u serijskoj proizvodnji. To su najčešće bili kamioni koji su se koristili za transport rude na površinskim kopovima u rudnicima. Tako 1963. godine firma Unit Rig & Equipment Co. (danas Terrex), počinje da ugrađuje u svoje rudarske kamione kombinovani Diesel-električni pogon [4]. Na ovaj način su uspjeli da smanje težinu vozila i povećaju korisnu nosivost, a ove konstrukcije kamiona velikih nosivosti (damperi) i danas se uspešno koriste (Sl. 5).

Konvencionalna vozila koja se koriste u za teške i obimne radove (rudnici, hidromeliorativni radovi) se najčešće pokreću mehaničkim ili hidrostatičkim pogonima koji su veoma komplikovani za rukovanje i održavanje. U nekim slučajevima ukupna snaga je prelazila 2000 kW, a ukupna masa preko 540 t. U slučaju kamiona sa elektropogonom, pogonski elektromotori i kompletna transmisija su smešteni u samim točkovima i zauzimaju mnogo manje mesta od konvencionalnih načina pogona.

Sve do 1990. g. ova vrsta pogona je bila rezervisana najčešće za vanputna teretna vozila kod kojih ukupna masa nije bila od većeg značaja. Danas se alternativne vrste pogona, posebno električni i hibridni, sreću i kod savremenih drumskih vozila (Sl. 6).



Sl. 5. Unit Rig, prvi damper sa elektro pogonom [19]



Sl. 6. Savremeno drumsko vozilo Toyota Prius pokretano hibridnim pogonom [20]

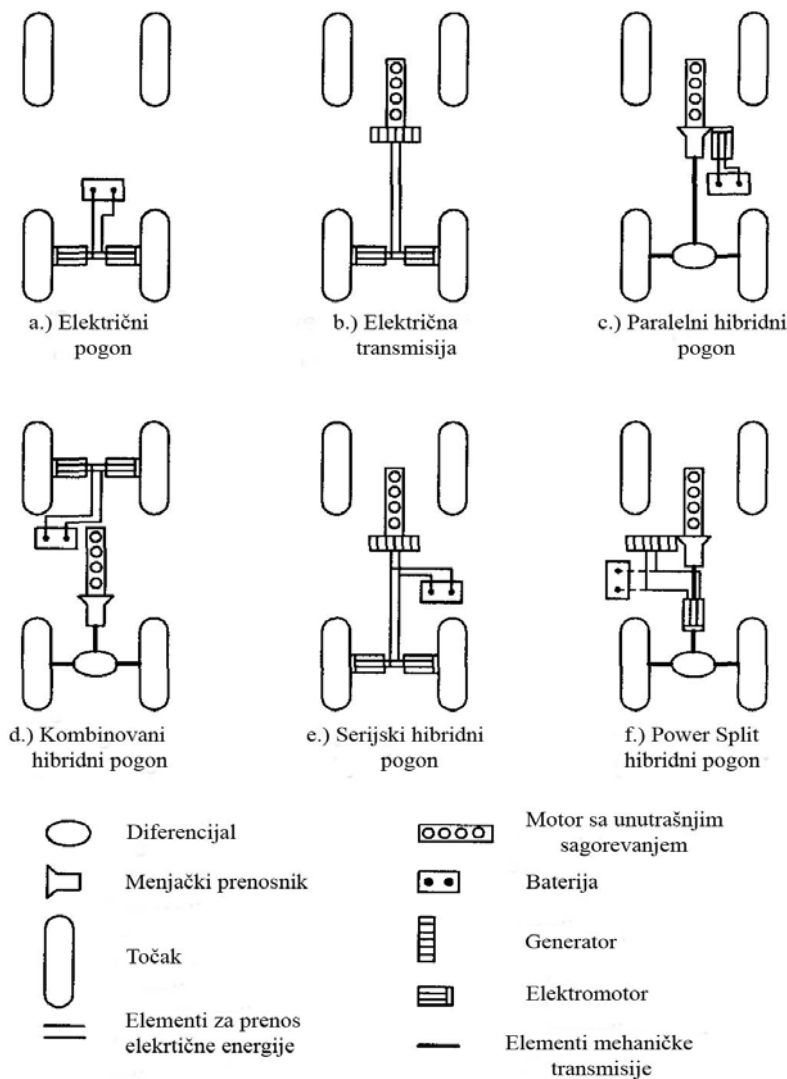
Pojedina konstrukcijska rešenja znatno su unapredila razvoj vozila na elektro pogon. Ta rešenja se uglavnom odnose na:

- hlađenje elektromotora tečnošću (ovako hlađeni elektromotori imaju znatno povoljniji odnos snage i mase u odnosu na vazduhom hlađene elektromotore).
- znatno povećanje efektivnosti motora uz primenu elektronike u funkciji kontrole napajanja.
- elektromotori zasnovani na novim tehničkim rešenjima kao što su motor sa permanentnim magnetima, motori sa transversalnim fluksom, reluktanski motori, itd.
- pojava novih elektronskih komponenata kao što su IGBT tranzistori (Insulated Gate Bipolar Transistor).

GLAVNI POGON

Svi predhodno pomenuti aspekti znatno su doprineli povećanju efikasnosti električnih komponenata, a takođe je došlo i do njihovog pojeftinjenja zbog usavršavanja tehnologije proizvodnje, zahvaljujući tome mnogi proizvođači vozila su znatno napredovali u istraživanjima ove oblasti.

Tako su nastali neki od sistema alternativnih pogona (Sl. 7).



Sl. 7. Sistemi alternativnog pogona (električni i hibridni) [10]

Čisti elektro pogon (Sl. 7a), zasniva se na baterijama kao izvoru energije i pogonskim motorima koji pokreću pogonske točkove. Primeri za ovakva vozila sa čistim elektro pogonom su električni viljuškari i transportna vozila koja se koriste u zatvorenom prostoru skladišta raznih tipova.

Ove konstrukcije, treba da uz što veće kapacitete baterija, vozilima obezbede što veći radius kretanja pre ponovnog dopunjavanja električnom energijom. Svakako treba staviti akcenat na to da se ovakva vozila koriste isključivo za svrhe za koje su namenjena.

Kombinovani hibridni pogon (Sl. 7d) za razliku od električnog, pruža mogućnost korišćenja ili električnog ili mehaničkog pogona u zavisnosti od potrebe, pošto poseduje dva odvojena sistema pogona. Takođe postoji mogućnost kombinovanja obe vrste pogona u određenim situacijama kada je neophodna dopunska snaga, recimo prilikom ubrzavanja vozila. Osnovni nedostatak ove vrste hibridnog pogona je taj što se baterije transportuju zajedno sa vozilom sve vreme, iako se koriste povremeno. Ova činjenica je jedan od osnovnih razloga zašto kombinovani hibridni pogon nije češće zastupljen u serijskoj proizvodnji hibridnih vozila.

Oblik električnog pogona nazvan *električna transmisija* (Sl. 7b) (Electric Power Transmission), karakterističan je po tome što se sva proizvedena snaga od strane motora sa unutrašnjim sagorevanjem pretvara u električnu energiju preko generatora, a zatim se sprovodi do elektromotora koji pokreću hodni mehanizam. Ovakav sistem alternativnog pogona imali su rudarski kamioni pomenuti u prethodnom pasusu. Treba napomenuti da za ovakav sistem pogona nisu potrebne baterije. Ovaj oblik električnog pogona je pogodan za razne vrste nadograđivanja od strane korisnika. Primer za to je konstrukcija Vogeles Super 1800DE, specijalne mašine finišera za polaganje asfalta u toku izrade puteva. Ova mašina ima sedamnaest elektromotora koji sačinjavaju električnu transmisiju [6].

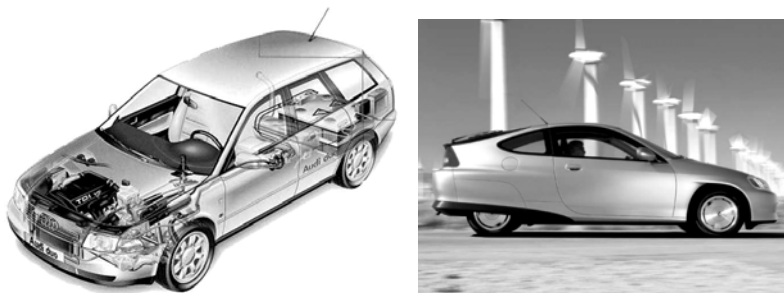


Sl. 8. Mašina za razastiranje asfalta
Vögele Super 1800DE [21]

Hibridni pogon je definisan činjenicom da koristi najmanje dva različita tipa pretvarača energije (motora) i dva različita izvora energije za pokretanje tih pretvarača. U najvećem broju slučajeva, izvore energije predstavljaju rezervoar za gorivo (slučaj korišćenja SUS motora koji hemijsku energiju goriva pretvara u mehaničku energiju) i baterije (slučaj elektro motora gde se električna energija pretvara u mehaničku). Iz prethodne konstatacije može se zaključiti da u slučaju hibridnog pogona baterije mogu imati znatno manji kapacitet nego u slučaju čisto električnog pogona.

Upotreba vrste hibridnog pogona sa nazivom *paralelni hibridni pogon* (Sl. 7c) je vrlo česta kod proizvođača savremenih motornih vozila (Sl. 9), (Primer: Audi-duo, Toyota Prius I, Honda Insight, Honda Civic IMA), za to što sistem pogona koristi elektromotor za stvaranje dopunske snage prilikom ubrzavanja, a u slučaju usporavanja, taj isti elektromotor radi u modu generatora i na taj način vrši dopunjavanje baterija. Upotrebom ovakvog sistema pogon mogu se ostvariti bolje performanse vozila uz upotrebu manjeg motora sa unutrašnjim sagorevanjem, koji će trošiti manju količinu goriva.

Zbog navedenih razloga paralelni hibridni pogon je vrsta hibridnog pogona koja je danas najviše zastupljena u serijskoj proizvodnji hibridnih vozila [22], [23].



Sl. 9. Audi Duo i Honda Insight, koriste paralelni hibridni pogon [22], [23]

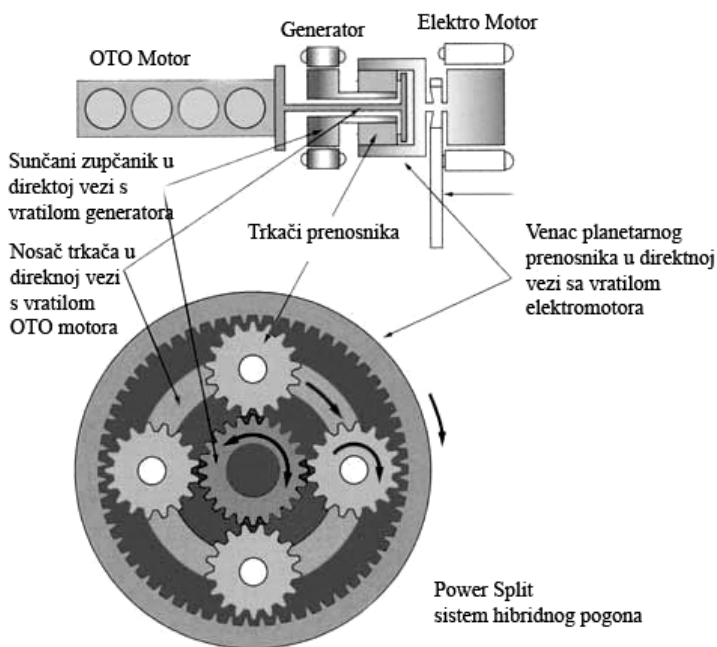
Serijski hibridni pogon (Sl. 7e) predstavlja kombinaciju električnog pogona i električne transmisije (Electric Power Transmission), pa zbog toga ne poseduje komponente mehaničke transmisije. U ovom slučaju elektromotori koji se koriste za pogon moraju imati znatno veći kapacitet nego u slučaju paralelnog hibridnog pogona jer treba da obezbede celeokupnu potrebnu snagu za pogon vozila. Ovakav oblik hibridnog pogona se često koristi u slučajevima kada je teško ostvariti sistem mehaničke transmisije, kao i na vozilima koja se u eksploataciji često zaustavljaju i na taj način jedan deo energije vraćaju u sistem (gradski autobusi). Takođe i serijski hibridni pogon ima mogućnosti prilagođavanja potrebama korisnika kao i električna transmisija. Jedan od primera ovakvog prilagođavanja ove vrste hibridnog pogona potrebama korisnika je lako teretno vozilo Unimog UX 100 Vario Drive (Sl. 10), kod koga su tri različite vrste potrošača energije povezana na isti sistem [8], [24].



Sl. 10. Unimog UX 100 Vario Drive [24]

Još jedan, znatno složeniji oblik hibridnog pogona je Power Split pogon (baterija se ne koristi kao izvor energije) i Power Split hibridni pogon (u sistemu se koristi baterija u koju se skladišti povratna energija – ona energija nastala prilikom usporavanja vozila).

Kod ovog sistema se deo mehaničke energije stvoren od strane motora sa unutrašnjim sagorevanjem putem mehaničke transmisije prenosi do pogonskih točkova, dok drugi deo mehaničke energije utroši generator stvarajući električnu energiju koju zatim elektro motori vraćaju u mehanički sistem transmisije preko planetarnog reduktora (Sl. 11), [25].



Sl. 11. Šematski prikaz Power Split sistema hibridnog pogona (Toyota) [25]

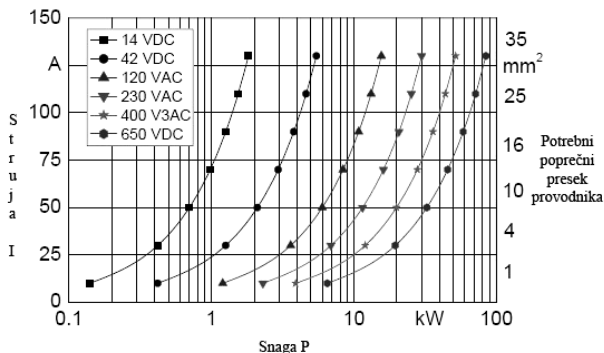
Upotrebom ovakvog sistema pogona može se ostvariti beskonačno varijabilna transmisija. Usled delimičnog postojanja mehaničke transmisije, efikasnost ovakvog pogonskog sistema je veća od efikasnosti električne transmisije ili od serijskog hibridnog pogona [9]. Primer za ovakav tipa hibridnog pogona, je najnoviji model Toyota Prius sa oznakom Hybrid Synergy Drive [25].

POMOĆNI POGON ILI ELEKTRIČNE MAŠINE U ALTERNATIVNOM POGONU

Električne mašine koje se koristi na vozilima sa alternativnim pogonom, generalno su podeljene u četiri grupe. U prvu grupu spadaju električne mašine koje rade na jednosmernu e.e. niskog napona. U upotrebi je električni pogon koji radi na napon od 14V i koristi se na manjim vozilima i električni pogon koji radi na 28V i koristi se na kamionima. U drugu grupu spadaju monofazne mašine koje koriste naizmeničnu e.e., i rade pod naponom od 120 V i 230 V. Ovakve vrste električnih mašina najčešće se koriste na vozilima kod kojih je predviđeno da električnom energijom snabdevaju i spoljašnje potrošače koji koriste stacionarnu (kućnu) energetska mrežu. U treću grupu spadaju trofazne električne mašine naizmenične struje, a najčešće se primenjuju na automobilima i autobusima sa električnim ili hibridnim oblikom pogona. Rade na naponu od 110 do 600 V. Četvrtu grupu čine električne mašine koje za rad koriste jednosmernu e.e., napona od 130 do 700 V. Ovakve mašine zastupljene su kod električne transmisije i kod nekih oblika hibridnog pogona (serijski hibridni pogon).

Na dijagramu (Sl. 12) se mogu videti neke od karakteristika predstavljenih električnih mašina i to:

- jačina električne energije koju koriste
- snaga i
- neophodan poprečni presek provodnika struje



Sl. 12. Dijagram karakteristika električnih mašina zastupljenih u električnim pogonima

PRIMENA ALTERNATIVNOG POGONA U POLJOPRIVREDI

Za vanputna vozila (i poljoprivredna), kod kojih nisu potrebna velika ubrzanja ili se brzina kretanja ne menja često, upotreba baterija nije pogodna zato što ih transportujemo zajedno sa vozilom, a u upotrebi su retko jer zbog načina korišćenja vozila (retke promene brzine i malo kočenja) retko dolazi do njihovog dopunjavanja energijom kočenja. Iz ovog razloga prvo vozilo sa alternativnim pogonom nastalo za upotrebu u poljoprivredi imalo je električnu transmisiju kao oblik pogona. Traktor SCHMETZ "ELTRAC" se pojavio 1998. godine, i bio je prva poljoprivredna mašina koja je koristila jedan ovakav tip pogona.

Traktor [12], je bio opremljen električnom transmisijom (Sl. 13), koju su sačinjavali vazduhom hlađeni AC generator, povezan direktno za kolenasto vratilo Diesel motora i tečnošću hlađeni AC elektromotor koji je pokretao pogonske osovine preko menjačkog prenosioca. Prenos električne energije od generatora do motora izveden je tako što se naizmjenična struja iz generatora preko ispravljača prevodila u jednosmernu i tako slala do konvertera koji je tu jednosmernu struju ponovo pretvarao u naizmjeničnu i napajao motor. Zahvaljujući tome kontrolom konvertera može se uticati na performanse asinhronog motora. Energija kočenja se usmeravala na kočione rezistore (otpornike) tako da nije bilo potrebe za baterijom. Rashladni sistem za hlađenje elektronskih kontrolnih jedinica i kočionih rezistora nalazio se na krovu kabine. Priključno vratilo traktora pogonjeno je od strane dizel motora preko mehaničke transmisije [12], [13].

Automatizacija radnih procesa poljoprivredne mehanizacije, u poslednje vreme, znatno olakšava eksploataciju i smanjuje angažovanje korisnika, a električni pogon nudi upravo visoki stepen automatizacije i jednostavnu kontrolu preko konverterskog modula. Osim toga preko inverterskog modula moguće je ostvariti beskonačno promenljivo podešavanje broja obrtaja motora. Da bi iskoristili ovaj potencijal mašina sa više odvojenih vrsti pogona, Univerzitet Hohenheim [11], pokrenuo je projekat opremanja univerzalnog eksperimentalnog žitnog kombajna električnom transmisijom (Sl. 14).



Sl. 13. Traktor Schmetz "Eltrac E135"



Sl. 14. Kombajn Univerziteta Hohenheim, opremljen električnom transmisijom [11]

Ovaj kombajn koristi sinhronu mašinu sa permanentnim magnetima, koja dobija pogon od Diesel motora preko klinastog remena, za proizvodnju električne energije i asinhronu mašinu za pogon točkova na prednjoj osovini. Uz dva inverterska modula ostvaren je prenos električne energije u obliku jednosmerne e.e., između motora i generatora. U slučaju kočenja tok energije je obrnut, generator radi kao motor, a motor radi kao generator. Na ovaj način snaga se vraća kolenastom vratilu Diesel motora pa se ostvaruje efekat kočenja motorom i zbog toga nisu potrebni kočioni rezistori (otpornici). Na ovaj način se režim rada Diesel motora automatski prilagođava potrebama hodnog sistema mašine. Ovakav rad agregata, znatno smanjuje nepotrebnu potrošnja goriva. Veoma je bitno, i treba naglasiti, da je za električnu transmisiju, u ovom slučaju [11], od vitalnog značaja rashladni sistem pomoću tečnosti koji hladi motore, generator i ostale elektronske komponente jer bi u slučaju hlađenja vazduhom dolazilo do smanjena rashladnog kapaciteta usled zagušivanja prašinom. Osim sistema pogona točkova, električnom transmisijom se mogu zadovoljiti i potrebe za pogonom ostalih radnih elemenata kombajna. Zbog velikog broja radnih organa kojima je potreban pogon, izvođenje hibridnog sistema pogona je nemoguće iako bi to moglo dovesti do povećanja efikasnosti. U poređenju sa savremenim hidrostatičkim sistemom kretanja žitnih kombajna koji je najčešće u upotrebi, električna transmisija je efikasnija, pogotovu u oblasti visokih opterećenja.

Kompanija John Deere, 2003. godine [26], je predstavila konstrukciju tipa Fuel Cell Hybride CWV. Ovo vozilo predstavlja poslednje rešenje u razvoju vanputnih vozila sa alternativnim pogonom. Vozilo je opremljeno vodikovim gorivim ćelijama koje obezbeđuju 20 kW električne snage. Na ovaj način čisti električni pogon dobija novi smisao u praksi. Specifičnost ovog vozila je i centralni sistem prenosa snage putem kaiševa kao i jedinstveni rashladni sistem za sve toplotno opterećene komponente. Upotrebom ovih sistema znatno je smanjena potrošnja energije na unutrašnje sisteme vozila (Sl. 15).



Sl. 15. John Deere Fuel Cell Hybride CWV, vozilo sa vodikovim gorivim ćelijama [26]

ZAKLJUČAK

U cilju povećanja efikasnosti alternativnih pogona, prvenstveno elektro i hibridnog, neophodno je kombinovati mehaničke i hidromehaničke komponente sa prethodno pomenutim pogonima. Na ovaj način bi se efikasnost znatno povećala, ali na današnjem nivou razvoja tehnike i tehnologije to bi bilo preskupo za konvencionalnu upotrebu. Zato se zato ovakve mogućnosti razmatraju kao perspektiva razvoja alternativnih pogona, prvenstveno elektro i hibridnog.

Sledeći korak u razvoju alternativnih pogona za vanputna vozila bi predstavljao, pojavu vozila koje ima zasebne elektromotore za pogon svakog točka, a pomoću ultrakapacitivnih kondenzatora se obavlja vraćanje i iskorišćavanje energije kočenja.

Elektro pogon je veoma pogodan za upotrebu na mašinama koje zahtevaju dosta dodatnih izvora snage za pogon ostalih radnih organa, sem sistema za kretanje. Do ovog zaključka se došlo tako što se ispostavilo da je ugradnja i primena ovakve vrste pogona znatno jednostavnija i isplativija od klasičnog mehaničkog pogona koji se danas najčešće koristi. Osim toga napajanje ostalih potrošača električne energije na vozilima bi bilo znatno lakše i sigurnije ukoliko bi glavni pogon bio elektropogon.

U narednom periodu, razvoj vozila sa alternativnim pogonom, prvenstveno električnim, biće jedno od osnovnih polja interesovanja industrije vozila. To se može videti iz činjenice da su se u ranijem periodu istraživanjima iz oblasti alternativnih pogona bavile uglavnom samo naučnoistraživačke institucije, a danas su u takvom procesu i mnogi proizvođači vozila i mašina.

LITERATURA

- [1] Seiffert R.: Das Genie und sein Auftrag fur eine Technik, die sich nicht durchsetzte, Frankfurter Allgemeine Zeitung, No. 125, p. T 4, May 30th, 2000.
- [2] Trehwhitt P.: Panzerfahrzeuge vom I. Weltkrieg bis heute, Gondrom Verlag GmbH, p. 17, 2000.
- [3] Barucki T.: Optimierung des Kraftstoffverbrauchs und der Dynamik eines dieselelektrischen Fahrentriebes fur Traktoren, Dissertation TU Dresden, Forschungsbericht Agrartechnik of the VDI/MEG No. 393, 2001.
- [4] Konig M.: Alternative Antriebskonzepte fur Ackerschlepper HS 598 S, Semi nar paper, Stuttgart University, 1998.
- [5] Nahmer S.: Antriebssysteme fur Elektrofahrzeuge, Dissertation TU Brunswick, 1996.
- [6] Pickel P. and H. Reufels.: Water-Hydraulic Drive Systems in Road Pavers, Proceedings of the Conference Eureka-Factory-Projekt Wasserhydraulische Antriebssysteme HYDRA, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, pp. 68-90, 2000.
- [7] Noreikat K.E.: Powertrain Technologies that the World does (Not) Need, Proceedings of the Conf. Innovative Power Train Systems VDI-Berichte No. 1704, VDI-Verlag GmbH, pp.143-160, 2002.
- [8] Seidenglanz E., T. Holfelder and D. von Scarpatetti: Der Geratetrager Unimog UX 100 vario drive mit Elektro-Hybrid-Antrieb, ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 98, No. 9, pp. 410-412, 1996.
- [9] Bady R. and J.-W. Biermann: "Hybrid-Elektrofahrzeuge-Strukturen und zukünftige Entwicklungen", Training course manuals of the 6th Symposium Elektrische Straßenfahrzeuge, Technische Akademie Esslingen, pp. 1-17, 2000.
- [10] Teichmann J., G. Bernhardt, H. Coenen and K. Coenen: Opportunities and Requirements for Electro-Mechanical Drive-Systems on Self Propelled Work Machines, Proceedings of the Conference Agricultural Engineering VDI-Berichte 1716, VDI-Verlag GmbH, pp. 87-92, 2002.

- [11] Mugrauer A.: Einsatzmöglichkeiten von Elektromotoren zum Antrieb von Mahdreschern S 78 H, Seminar paper, University of Hohenheim, 2002.
- [12] Schmetz R. and J. Kett: New product technologies for agricultural tractors, in particular with regard to elektromechanical transmissions, Proceedings of the Conference Agricultural Engineering VDI-Berichte No. 1449, VDI-Verlag GmbH, pp. 1-6, 1998.
- [13] Beunk H.: Stepless changing with diesel-electric power, *profi international*, No. 12, pp. 28-29, 1999
- [14] Wood J.: John Deere ePower Technologies - Perspectives on Lowering Diesel Emissions, Presentation at the 9th NCC Conference & Exposition, pp. 1-17, 2003.
- [15] French D.A.: Hybrid Electric HMMWV Powered By UQM Propulsion Systems Begins Cold Weather Evaluation At The U.S. Army's Cold Regions Test Center, Press Release 03-27, UQM Technologies, Inc., pp. 1-3, January 22nd, 2003
- [16] Coffey D.: United Defense Teams on Army's Future Combat System Design, Press Release, United Defense, January 24th, 2003
- [17] http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_electric_vehicle#History
- [18] <http://www.heritagefarmmuseum.com/pages/village/transportation.htm>
- [19] <http://www.terexunitrig.com/main.php?pg=gallery>
- [20] <http://www.autospectator.com/cars/topics/phev>
- [21] <http://www.vogeleamerica.com>
- [22] www.hybrid-autos.info/Audi-Duo-1997-Fotos.html
- [23] www.hibredvehicles.com/1-honda-insight-hybrid.htm
- [24] www.daimler.com/Projects/c2c/documents/1364411_1997_Daimler_Benz_Annual_Report.pdf
- [25] <http://www.familycar.com/roadtests/ToyotaPrius/>
- [26] <http://www.netinform.net/H2/H2Mobility/H2MobilityMain.aspx?ID=325&CATID=4>

ALTERNATIVE PROPULSION OF OFF ROAD VEHICLES

**Mičo V. Oljača, Đukan Vukić, Đuro Ercegović,
Kosta Gligorević, Ivan Zlatanović**

Faculty of Agriculture – Belgrade

Abstract: The appliance of alternative propulsions on off road vehicles presents a very popular topic nowadays. Global rise in the price of fossil fuel and the actual global economic crisis contribute even more to the importance of their appliance. Due to a wide area of off road vehicle usage, from agriculture to mining industry, ascertainment of an acceptable and low cost solution of alternative propulsion would significantly reduce the needs for fossil fuel. This paper presents actual solutions of alternative propulsion, which are: - *Electrical* and - *Hybrid*, as well as some particular solutions and examples of their practical usage on agricultural working machines and military vehicles. It should be noted that alternative propulsions are more and more used for road motor vehicles, which shows the manufacturers' interest and their more often appearances in the market of serial models with alternative propulsion.

Key words: *Vehicles, Alternative Propulsion, Hybrid Propulsion, Electrical Propulsion.*